

A photograph of a forest with tall, thin trees and dense foliage, serving as a background for the top portion of the page.

Critère 2

**Maintien de la santé
et de la vitalité
des écosystèmes forestiers**

CRITÈRE 2 - DÉPÔTS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

INDICATEUR 2.1

Dépôts de polluants atmosphériques dans les forêts et autres terres boisées, classés par N, S et cations basiques

1) Estimation des dépôts atmosphériques sous couvert forestier dans les stations du sous-réseau CATAENAT - Moyennes de la période 1999-2003*

Placette	Dépôt annuel moyen												Pluviosité moyenne sous couvert mm
	H+	Cl	S-SO ₄	N-NO ₃	Na	N-NH ₄	K	Mg	Ca	Fe	Al	Mn	
	g/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	g/ha	g/ha	g/ha	
CHP 40	12,1	55,6	9,0	2,4	28,6	4,2	39,3	5,7	12,1	105	93	443	811
CHP 59	30,1	22,9	9,5	2,9	10,6	11,9	43,3	4,2	9,9	120	96	1 229	850
CHS 35	8,8	32,6	5,1	2,4	15,7	7,0	24,7	3,2	6,2	95	58	1 473	637
CHS 41	13,5	16,0	3,7	2,8	7,2	3,5	18,8	2,2	7,9	74	59	1 226	634
CPS 77	10,3	15,9	4,7	3,1	6,3	5,1	19,6	2,9	11,3	126	107	1 937	552
DOU 71	76,6	22,3	6,9	9,0	12,9	5,4	12,4	3,2	8,0	77	160	827	1 122
EPC 08	158,5	29,2	14,3	10,3	15,7	9,2	23,8	2,9	9,4	164	484	1 846	1 108
EPC 63	29,2	16,0	4,2	4,4	8,1	2,6	12,9	2,6	6,9	103	236	570	508
EPC 74	72,6	7,5	5,0	7,3	3,0	5,3	13,2	1,5	10,8	127	201	208	1 004
EPC 87	24,6	27,7	6,2	5,3	14,0	4,4	26,5	3,1	7,0	90	212	351	784
HET 30	130,7	32,4	12,8	8,5	19,0	7,4	17,3	3,6	19,7	149	176	607	2 036
HET 64	19,1	27,7	9,1	5,0	13,9	4,3	19,0	2,8	10,7	54	74	384	914
PL 20	51,8	99,1	10,5	3,9	56,0	0,8	12,7	8,7	21,2	124	598	340	1 059
PM 17	97,1	142,6	10,0	3,6	78,6	2,3	7,5	10,7	11,4	55	95	133	717
PM 40c	60,6	39,2	5,3	2,8	19,4	2,4	13,2	5,0	10,5	71	238	91	629
PM 72	22,6	35,1	6,1	6,1	18,3	9,2	12,4	3,3	6,9	68	114	433	730
PM 85	66,2	239,0	15,3	4,4	133,4	3,7	15,7	17,8	12,9	77	71	112	591
PS 44	73,5	80,9	8,4	3,5	43,5	6,5	19,2	6,1	6,4	74	219	219	701
PS 67a	95,2	12,2	6,2	6,8	5,7	10,4	11,9	1,4	6,3	68	176	868	589
PS 76	282,1	63,1	17,9	6,2	35,4	7,4	14,6	5,3	10,1	84	344	1 262	692
SP 05	2,9	5,4	3,9	0,7	1,6	0,8	31,4	2,3	14,0	72	236	106	611
SP 11	27,1	26,4	9,1	3,6	13,2	2,2	36,9	2,9	13,6	137	259	255	827
SP 25	110,6	14,9	7,0	6,9	7,2	4,6	19,1	2,1	12,6	143	147	378	1 523
SP 38	32,3	5,8	5,3	1,7	1,8	1,9	19,5	1,5	8,3	87	162	1 147	1 107
SP 57	91,4	12,6	6,9	5,3	5,5	3,7	19,0	1,4	7,2	95	151	2 369	811
SP 68	53,2	8,6	4,4	6,0	4,0	3,6	17,4	1,4	5,8	69	190	247	755
Moyenne 1999-2003	63,6	41,9	8,0	4,8	22,3	5,0	20,1	4,1	10,3	96	191	733	858
Rappel Moyenne 1993-1998	113,0	43,6	11,0	4,8	23,0	4,8	21,5	4,2	11,3	63	235	854	813
Variation absolue	-49,4	-1,6	-3,0	0,0	-0,7	0,2	-1,4	-0,1	-1,0	34	-44	-121	-45
Variation relative	-43,7%	-3,7%	-27,4%	0,0%	-3,0%	3,2%	-6,7%	-1,9%	-9,1%	53,6%	-18,8%	-14,1%	-5,6%

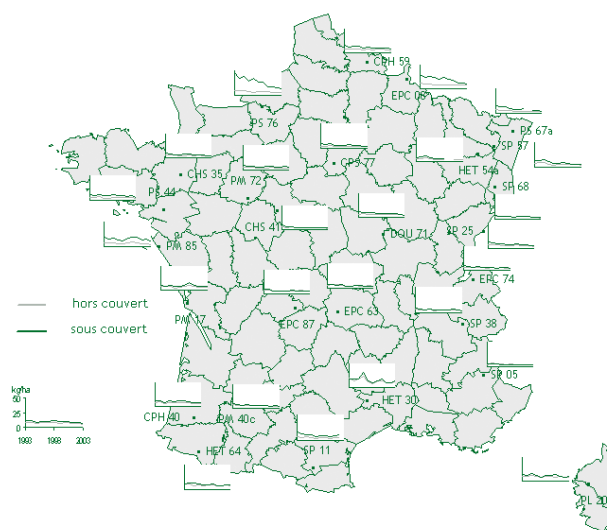
* sauf pour PS 67a : 1999-2003 hors 2000 et SP 11 : 1999-2002

(Source : ONF (moyenne 1999-2003*), gestionnaire du réseau RENECOFOR (Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers) et du sous-réseau CATAENAT (Charge Acide Totale d'origine Atmosphérique dans les Ecosystèmes Naturels Terrestres) ; les placettes sont identifiées par leur essence principale - CHS pour le chêne sessile, CHP pour le chêne pédonculé, CPS pour le chêne pédonculé et le chêne sessile en mélange, HET pour le hêtre, EPC pour l'épicéa, PS pour le pin sylvestre, PM pour le pin maritime, PL pour le pin laricio, DOU pour le douglas, SP pour le sapin pectiné - puis par leur département d'implantation.)

CRITÈRE 2 - DÉPÔTS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

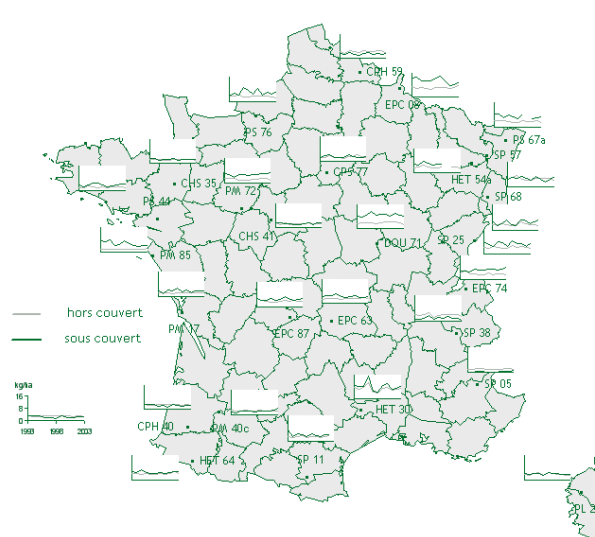
RENECOFOR - CATAENAT

Evolution des *dépôts atmosphériques* annuels de sulfate ($S-SO_4$) hors et sous couvert forestier de 1993 à 2003



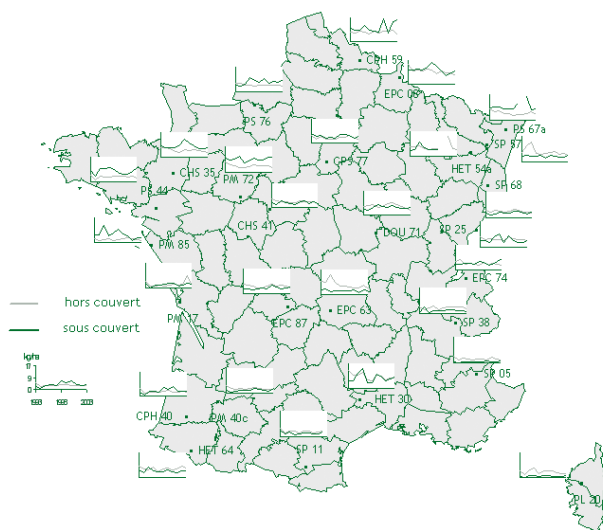
RENECOFOR - CATAENAT

Evolution des *dépôts atmosphériques* annuels de nitrate ($N-NO_3$) hors et sous couvert forestier de 1993 à 2003



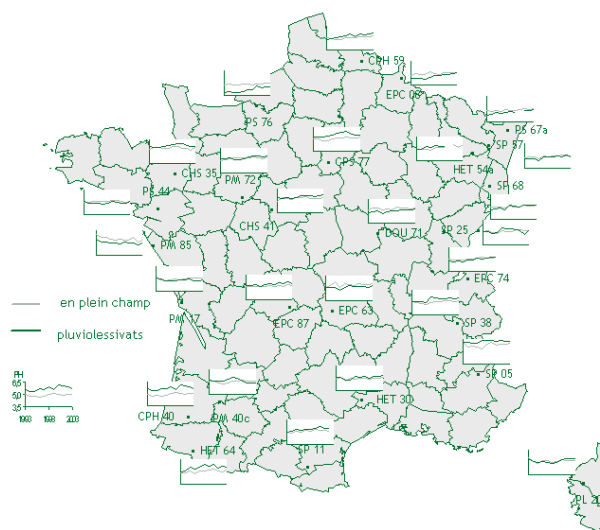
RENECOFOR - CATAENAT

Evolution des *dépôts atmosphériques* annuels de d'ammonium ($N-NH_4$) hors et sous couvert forestier de 1993 à 2003



RENECOFOR - CATAENAT

Evolution du *pH* dans les pluies hors et sous couvert forestier de 1993 à 2003



(Source : ONF, gestionnaire du réseau RENECOFOR (Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers) et du sous-réseau CATAENAT (Charge acide totale d'origine atmosphérique dans les écosystèmes naturels terrestres); les placettes sont identifiées par leur essence principale (CHS pour le chêne sessile, CHP pour le chêne pédonculé, CPS pour le chêne pédonculé et le chêne sessile en mélange, HET pour le hêtre, EPC pour l'épicéa, PS pour le pin sylvestre, PM pour le pin maritime, PL pour le pin laricio, DOU pour le douglas, SP pour le sapin pectiné), puis par leur département d'implantation)

Carte 8 : Evolution des dépôts atmosphériques annuels de sulfate, nitrate, ammonium et du pH dans les pluies, hors et sous couvert forestier de 1993 à 2003 - Sous-réseau Cataenat (source : ONF)

CRITÈRE 2 - DÉPÔTS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Commentaire : le sous-réseau CATAENAT, mis en place par l'Office national des forêts (ONF) fin 1992, a pour objectif principal l'analyse de l'impact des dépôts atmosphériques sur les écosystèmes forestiers. Il est constitué de 27 sites hors couvert et 26 sous couvert forestier, répartis sur l'ensemble de la France métropolitaine et représentant des situations variées tant du point de vue de l'essence principale du peuplement que de la situation géographique, sans pour autant prétendre à la représentativité statistique. Parmi les mesures effectuées, on dispose actuellement de 11 années d'estimation de la pluviosité et des dépôts atmosphériques annuels hors couvert et sous couvert forestier, de 1993 à 2003 (carte 8). L'analyse détaillée de ces résultats devant paraître prochainement et appelant des commentaires spécialisés, seules les grandes tendances dégagées dans les rapports scientifiques de l'ONF sont mentionnées.

Le détail des comparaisons 1993-98 et 1999-2003 figure dans l'annexe 11.

Les dépôts mesurés sous forêt sont le plus souvent modifiés profondément par rapport à ceux mesurés en plein champ. Cela est dû à plusieurs facteurs dont l'importance est variable : nature de la pollution locale ou régionale, essence, présence de brouillard, écoulement le long du tronc, absorption ou récrétion variable d'éléments par le feuillage. L'ensemble de ces facteurs conduit en général à une augmentation nette des dépôts sous forêt, sauf pour les composés azotés (surtout l'ammoniaque) qui ont tendance, dans les régions où le niveau n'est pas très élevé, à diminuer du fait de l'absorption par le feuillage. Les échanges cationiques à la surface des feuilles peuvent également diminuer les dépôts de protons sous couvert forestier.

D'autre part, les dépôts sont souvent plus importants sous résineux - à l'exception du mélèze - que sous feuillus dans le même massif, du fait de la persistance du feuillage résineux en hiver.

a) les dépôts de **protons** (acidité directe) hors et sous forêt sont en majorité faibles car ils restent, dans toutes les placettes, largement inférieures à 1 kg (Keg)/ha/an. Les maxima observés sous forêt se situent en Seine-Maritime (PS76), dans les Ardennes (EPC08) et au Mont Aigoual (HET30). A l'exception du

Jura (SP 25), où les dépôts de protons augmentent de 10%, tous les autres sites montrent une diminution nette des dépôts d'acidité directe entre les deux périodes 1993-98 et 1999-2003. Cette diminution se situe le plus souvent entre 33 et 55 %. La plus forte diminution est observée en Seine-Maritime (PS 76), en forêt de Brotonne, située à mi-chemin entre Le Havre et Rouen.

b) pendant la période 1993-98, le **soufre** était le composé acidifiant prépondérant dans la moitié des sites. Il ne l'était plus que dans 30 % d'entre eux durant la période 1999-2003. Cette évolution est marquée par deux évolutions opposées : d'une part, les dépôts de soufre, suite à la réduction massive des émissions, ont diminué dans pratiquement tous les sites (sauf PM17, en Charente-Maritime, près de la côte) ; d'autre part, les dépôts d'azote minéral total ($N-NO_3+N-NH_4$) ont augmenté dans 14 des 26 sites, sont restés stables dans 3 sites et n'ont diminué que dans 9 sites. C'est ainsi que l'azote devient lentement le composé acidifiant le plus important. Dès que les dépôts de sulfate dépassent 4 à 16 kg/ha/an, selon la richesse des sols, des effets non négligeables sur l'acidification des sols forestiers peuvent être observés. La poursuite de la politique de réduction des émissions de SO_2 , amorcée en 1980, semble donc porter ses fruits.

A quelques exceptions près, les dépôts de sulfate sous couvert sont toujours plus élevés qu'en plein champ, traduisant parfaitement l'effet filtre des arbres. Deux placettes situées à proximité d'un site ou d'une région industriels (PS76 et EPC08) présentent des dépôts sous couvert élevés, susceptibles de causer des problèmes à l'écosystème forestier, même s'ils peuvent être compensés dans une certaine mesure par les apports en calcium. Le site de Vendée (PM 85), recevant également beaucoup de soufre, est proche de la côte atlantique et bénéficie donc également d'apports marins soufrés et d'autres apports marins importants à pouvoir neutralisant (potassium, calcium, magnésium).

c) les dépôts d'**ammonium** (des pluviolésivats et non du dépôt total sous forêt modélisé) varient considérablement d'une région à l'autre. On observe une augmentation de ceux-ci dans 17 des 26 sites. Dans le grand quart Nord-Ouest (ligne PM85 à CHP59) et en Alsace (PS67a), les dépôts sous couvert

sont importants, en raison de la proximité d'une activité agricole intensive (élevage et fertilisation).

Les apports de nitrates les plus importants se situent dans le grand quart Nord-Est de la France variant entre 7 et 10 kg/ha/an et avec parfois un doublement des quantités sous couvert forestier (EPC08, PS67a, DOU71). Le Mont-Aigoual (HET 30), soumis à une pluviosité exceptionnelle, présente des dépôts d'azote élevés, susceptibles de conduire avec les années à un dysfonctionnement de l'écosystème via l'eutrophisation des sols. Les apports de nitrates présentent une augmentation comprise entre 5 et 41 % dans 11 sites et une diminution comprise entre 0,4 et 32 % dans 15 sites.

d) la moyenne de l'**azote** minéral total ($N-NO_3+N-NH_4$) se situe à 10 kg/ha/an (amplitude de 4 à 20 kg/ha/an), ce qui est assez élevé. Ces apports augmentent dans 14 sites (de 2 à 37 %), diminuent dans 9 sites (de 2 à 40 %) et restent stables dans 3 sites.

e) les dépôts de **sodium** et de **chlorure**, lorsqu'ils sont élevés (PL20, PM17, PM85), traduisent essentiellement l'influence maritime, soumettant les arbres à des conditions extrêmes de salinité.

f) les dépôts d'**aluminium** importants sont généralement liés à la proximité d'une activité industrielle polluante (PS76, PS67a). Pour la placette PL20, une cause très ponctuelle peut sans doute être invoquée (trafic routier ou érosion du sol).

g) parmi les **métaux lourds**, le manganèse présente les dépôts les plus élevés, notamment dans les placettes SP57, PS76 et EPC08. Des analyses complémentaires sont en cours pour confirmer le lien entre ces dépôts et les carences nutritives des peuplements résineux.

L'évolution notamment des dépôts azotés et soufrés donne à penser que les sols pauvres à moyennement pauvres sont soumis à une acidification accélérée et que tous les écosystèmes à apports azotés élevés vont probablement évoluer vers une eutrophisation. Il convient néanmoins d'attendre la répétition de l'analyse des sols des placettes du réseau RENECOFOR, qui devait être effectuée 10 ans après l'analyse initiale (1993/95), pour caractériser l'impact réel de ces dépôts sur les écosystèmes forestiers.

CRITÈRE 2 - DÉPÔTS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

2) Evolution de la qualité générale des pluies hors couvert forestier dans le sous-réseau CATAENAT de 1993 à 2003 (concentrations moyennes nationales pondérées par la pluviosité)

Unités : mg par mm de précipitations sauf pH et protons en $\mu\text{g/l}$

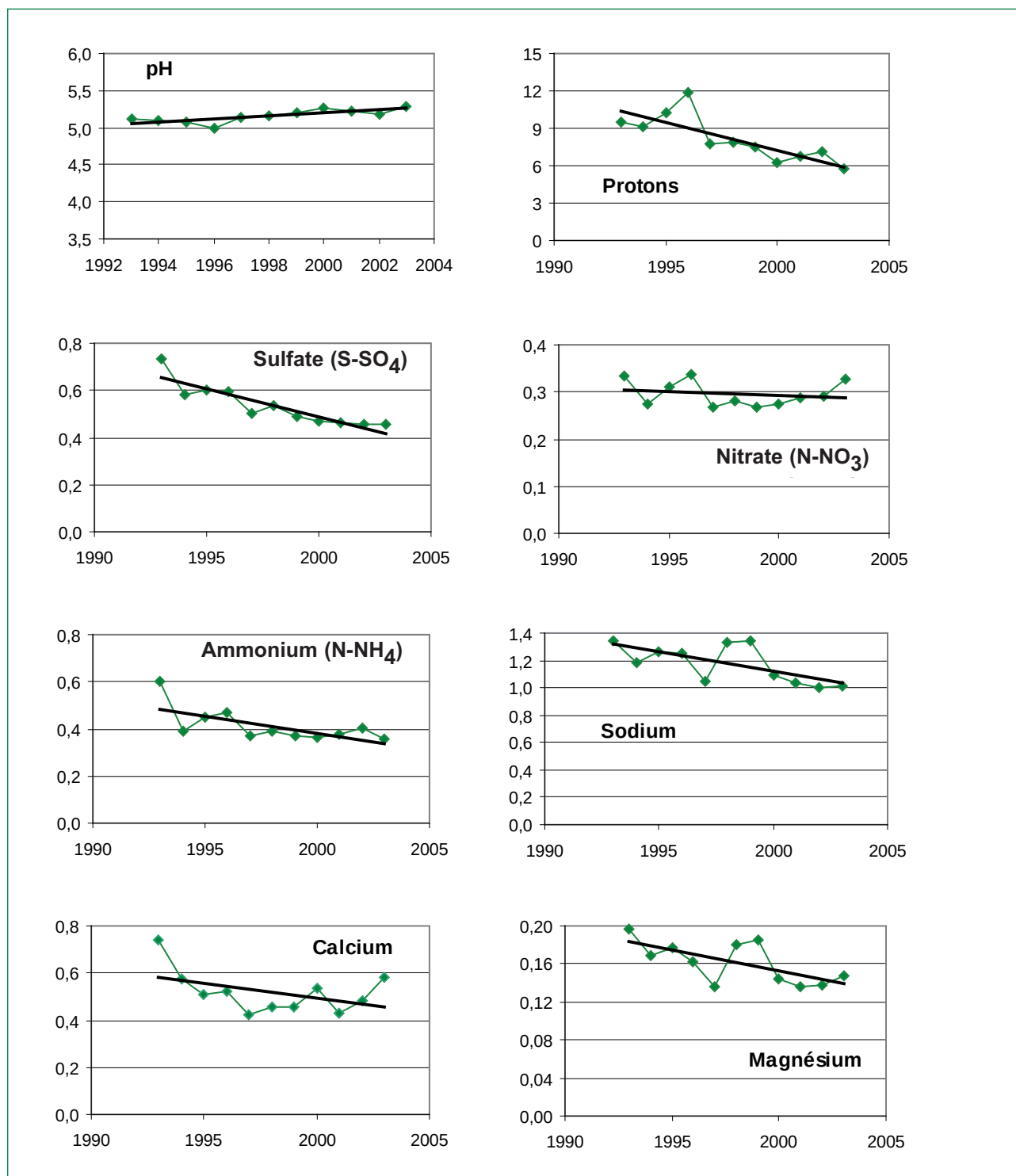
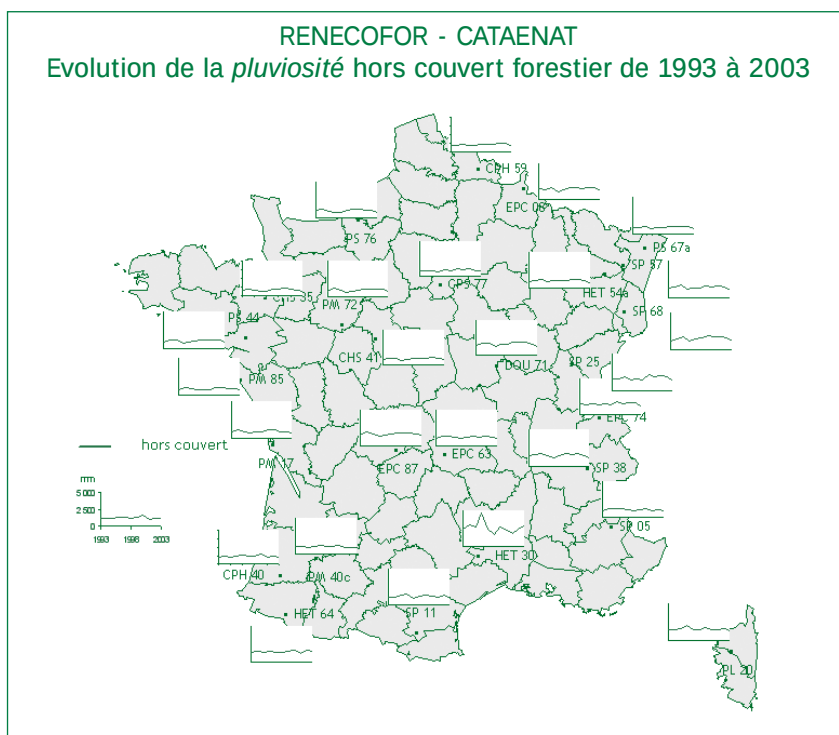


Figure 8 : Evolution de la qualité générale des pluies hors couvert forestier dans le sous-réseau Cataenat de 1993 à 2003 (source : ONF)

CRITÈRE 2 - DÉPÔTS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Commentaire : le calcul d'indicateurs de la qualité générale des précipitations moyennes en France est possible grâce à une méthode simple, divisant la somme des dépôts annuels de tous les sites par la somme de leurs pluviosités. Le résultat est la concentration moyenne annuelle par millimètre de précipitation pour l'ensemble des 27 sites hors couvert forestier. C'est d'un point de vue scientifique le seul indicateur national permettant de suivre l'évolution à long terme de la qualité des précipitations (figure 8 et carte 9).

L'acidité moyenne des pluies a diminué depuis 10 ans : le pH moyen montre une augmentation constante depuis 1993, la diminution de la concentration des protons étant de 43 % en 11 ans. La diminution des concentrations des sulfates de 36 % pendant la même période en est en partie responsable. Les nitrates montrent une stabilité inquiétante et l'ammonium une tendance à la baisse, qui reste à confirmer dans les années à venir. Les autres ions montrent des variations annuelles encore trop importantes pour pouvoir parler de tendances.



(Source : ONF, gestionnaire du réseau RENECOFOR (Réseau National de suivi à long terme des Ecosystèmes Forestiers) et du sous-réseau CATAENAT (Charge acide totale d'origine atmosphérique dans les écosystèmes naturels terrestres) ; les placettes sont identifiées par leur essence principale (CHS pour le chêne sessile, CHP pour le chêne pédonculé, CPS pour le chêne pédonculé et le chêne sessile en mélange, HET pour le hêtre, EPC pour l'épicéa, PS pour le pin sylvestre, PM pour le pin maritime, PL pour le pin laricio, DOU pour le douglas, SP pour le sapin pectiné), puis par leur département d'implantation)

Carte 9 : Evolution de la pluviosité hors couvert forestier de 1993 à 2003 - Sous réseau Cataenat (source : ONF)

INDICATEUR 2.1.1 Evolution des émissions atmosphériques polluantes

Commentaire : la présence de polluants dans l'atmosphère est l'un des éléments participant aux dépérissements forestiers. Le dioxyde de soufre (SO_2) est un agent d'acidification (acide sulfurique). Les oxydes d'azote (NO_x) participent à l'acidification (acide nitrique), constituent un apport d'azote aux écosystèmes et sont à l'origine d'ozone (O_3), par le biais d'une réaction qui met en jeu les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM). L'ammoniac (NH_3) contribue aux apports atmosphériques azotés et à l'acidification des sols.

Des travaux scientifiques ont été conduits depuis une quinzaine d'années sur les "charges critiques", niveaux de dépôts en dessous desquelles les par-

	unités	1980	1985	1992	1997	2002	Taux de variation annuel 1992-2002
SO_2	x1000 tonnes	3 214	1 497	1 261	806	537	-8,2%
NO_x	x1000 tonnes	2 024	1 847	1 914	1 607	1 352	-3,4%
NH_3	x1000 tonnes	795	799	765	783	778	0,2%
COVNM	x1000 tonnes			2 424	1 947	1 542	-4,4%
acidification et eutrophisation (SO_2 , NO_x et NH_3)	en acide équivalent (Aeq)	191,3	133,9	126,0	106,1	91,9	-3,1%

(Source : Citepa/Coralie/format Secten - Mise à jour : 27 avril 2004)

ties sensibles de l'écosystème ne sont pas affectées par des évolutions indésirables. Ils ont servi de base à une négociation portant sur l'ensemble des polluants (SO_2 , NO_x , COV, NH_3) en référence aux effets d'acidification, d'eutrophisation (enrichissement en azote) et de pollution photochimique (O_3). Le proto-

cole "multi-polluants - multi-effets" qui en résulte (protocole de Göteborg, 1999) a fixé de nouveaux objectifs à l'horizon 2010, plus contraignants que ceux déjà en vigueur, pour les polluants ayant déjà fait l'objet d'un protocole, et y a ajouté pour la première fois NH_3 .

CRITÈRE 2 - DÉPÔTS DE POLLUANTS ATMOSPHÉRIQUES

Les émissions de SO_2 ont très fortement baissé depuis 1980 grâce notamment à la fermeture de centrales thermiques, la désulfuration des émissions industrielles et l'utilisation de combustible à faible teneur en soufre. La France a ainsi respecté ses engagements pris en 1985 et en 1994 dans le cadre de la "Convention sur la pollution transfrontière à longue distance" (Convention dite de Genève, signée en 1979). Le deuxième protocole (Oslo, 1994) prévoyait une réduction de 74 % en l'an 2000 par rapport au niveau de 1980, objectif qui a été largement atteint. Cette tendance à la baisse devrait se poursuivre au cours des prochaines années avec la mise en œuvre de réglementations visant à contrôler plus sévèrement les valeurs limites d'émission des grandes installations de combustion et à diminuer la teneur en soufre des combustibles liquides. Elle reste compatible avec l'objectif assez contraignant prévu pour 2010 par la directive «plafonds nationaux d'émissions» qui prévoit une réduction des émissions de près de 40 % par rapport au niveau actuel.

Le protocole sur la réduction des oxydes d'azote (NO_x) signé à Sofia en

1988, prévoyait un double engagement : stabilisation des émissions en 1994 par rapport à 1987 et diminution de 30 % en 1998 par rapport au niveau de 1980. Le premier engagement a été honoré, mais pas le second. Le transport routier reste le premier émetteur (48 % en 2002) bien que sa contribution soit en baisse depuis 10 ans, grâce à l'équipement progressif des véhicules en pot catalytique. Des réductions complémentaires devraient également être observées dans les années à venir grâce à la transposition de la directive sur les grandes installations de combustion.

Le plus gros secteur émetteur d'ammoniac (NH_3) est l'agriculture. Il représente en 2002 environ 97 % des émissions totales de France métropolitaine dont 78 % pour l'élevage seul. Les fluctuations des dernières années seraient liées aux variations d'effectifs des cheptels. Le niveau d'émission actuel correspond à l'objectif prévu pour 2010 par la directive «plafonds nationaux d'émissions» soit 780 kilo-tonnes. Compte tenu de l'accroissement prévisible de certains cheptels au cours des prochaines années, des mesures visant à réduire les émissions d'ammoniac d'origine

agricole seront nécessaires pour respecter l'objectif national.

Les COVNM (composés organiques volatils non méthaniques) ont nettement régressé depuis 1988, principalement dans les domaines du transport routier et de la transformation d'énergie (équipement des véhicules en pots catalytiques, progrès dans le stockage et la distribution des hydrocarbures). L'engagement de la France de réduire ses émissions de 30 % entre 1988 et 1999 (protocole de Genève, 1991) a été honoré. Mais de nouveaux progrès substantiels sont attendus dans les années à venir pour atteindre l'objectif fixé par la directive «plafonds nationaux d'émissions», à savoir 1 050 kilo-tonnes.

L'indicateur «acidification et eutrophisation» vise à caractériser la quantité globale de substances rejetées dans l'atmosphère qui contribuent aux phénomènes d'acidification et d'eutrophisation. Son niveau a baissé de près de 50 % depuis 1980 grâce à la forte réduction des émissions de SO_2 . L'ammoniac représente aujourd'hui la moitié de la contribution à cet indicateur contre 24 % en 1980.

CRITÈRE 2 - ETAT DU SOL

INDICATEUR 2.2

Propriétés chimiques des sols (pH, CEC, C/N, C organique, saturation en bases) des forêts et autres terres boisées en relation avec l'acidité et l'eutrophisation des sols, classées par principaux types de sols

Commentaire : une première caractérisation des sols forestiers a été effectuée en 1993-1994 sur les placettes du Réseau européen de suivi des dommages forestiers (Réseau européen de niveau 1), implantées en 1989 et réparties sur tout le territoire français, suivant une maille systématique carrée de 16 km de côté. Ce réseau se prolonge en milieu non forestier par le Réseau de mesure de la qualité des sols (RMQS) implanté depuis 2001 sur la même maille systématique et géré par le Groupement d'Intérêt Scientifique "Sols". L'ensemble, destiné à suivre l'évolution de la qualité des sols sur le plan national, est constitué de 2000 points, et couvre l'ensemble du territoire français.

Le second réseau forestier français, le Réseau National de suivi à long terme des Écosystèmes Forestiers (RENECOFOR), géré par l'Office national des forêts, vise à comprendre l'évolution des écosystèmes forestiers et repose sur le suivi intensif d'une centaine de placettes. Ce réseau n'est pas statistiquement représentatif de l'ensemble de la forêt française, mais l'étude de ses sols, également échantillonnés entre 1993 et 1995, fournira des données fiables, notamment sur l'évolution des sols forestiers acides fortement représentés dans ce réseau.

Une seconde caractérisation des sols des placettes du Réseau européen de suivi des dommages forestiers (niveau 1) est programmée en 2006-2007. La répétition du second échantillonnage des sols du réseau RENECOFOR n'est pas encore arrêtée. En attendant ces nouveaux inventaires, les principales caractéristiques des sols forestiers français peuvent être appréhendées sur la base des résultats de 1993-94.

La distribution des types de sols forestiers des placettes du Réseau européen de niveau 1 est présentée dans le tableau selon la classification FAO 1999.

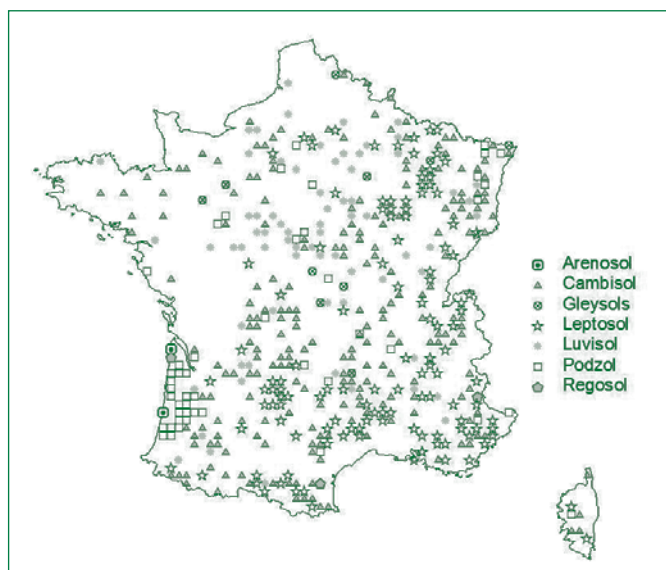
Type de sol	Nombre de placettes observées	pHeau	Capacité d'échange cationique (CEC)	Taux de saturation en bases	Carbone organique	Rapport Carbone/Azote (C/N)
Cambisol	222	5,5	11,5	57,6	36,0	14,9
Leptosol	123	7,0	27,0	93,5	47,1	14,1
Luvisol	72	4,8	5,6	47,6	27,5	16,5
Podzol	47	4,7	3,3	32,6	26,5	24,5
Gleysol	10	5,8	19,2	75,4	41,2	13,0
Regosol	3	6,7	13,6	82,6	37,3	17,8
Arenosol	2	5,3	1,4	60,1	12,5	25,5
Autres	29	5,8	8,7	70,2	34,8	16,3

(Source : département de la santé des forêts - inventaire des sols forestiers européens (16 km x 16 km) ; valeurs moyennes 1993-94 sur 0-20 cm ; les histosols sont absents des 508 placettes observées ; la mise à jour sera disponible en 2006.)

Leur répartition spatiale est également illustrée par la carte 10. Pour l'ensemble du territoire, les sols prédominants sont les Cambisols et les Leptosols qui représentent plus des deux tiers des placettes. Leurs caractéristiques chimiques, susceptibles d'évoluer sous l'influence de la sylviculture et des apports atmosphériques sont également présentées par type de sol. Ces valeurs moyennes cachent cependant une très grande hétérogénéité au sein d'un même type FAO. Par exemple pour les Cambisols, la capacité d'échange cationique possède un coefficient de variation (CV) supérieur à 100 %. Le taux de saturation en bases et la teneur en carbone organique sont également très variables (CV supérieurs à 50 %). Cette variabilité, bien qu'artificielle et liée au système de classification utilisé, souligne tout de même l'importance de bien prendre en compte la variabilité spatiale des sols lors de la phase d'échantillonnage. Dans un

dispositif de suivi, où l'évolution des caractéristiques pédologiques occupe une place centrale, il est nécessaire de réduire au maximum cette variabilité spatiale lors de l'échantillonnage, afin de pouvoir mettre en évidence des évolutions temporelles assez fines.

Des données historiques montrent que les sols forestiers se sont appauvris ces dernières décennies dans le Nord-Est, mais les données manquent pour quantifier l'importance de ces évolutions pour les diverses régions et pour les divers types de sols. Les réseaux mis en place récemment permettront donc de suivre les évolutions futures.

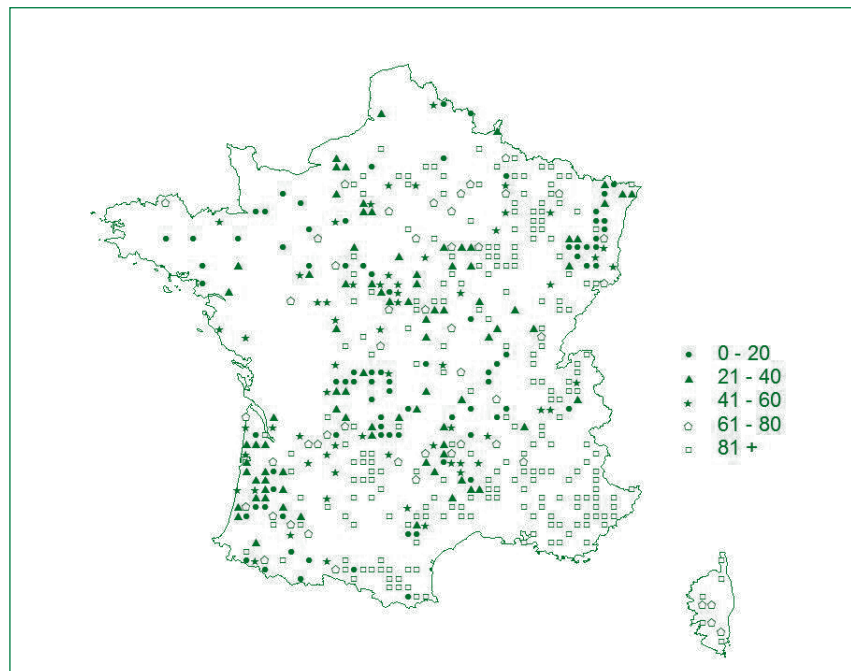


Carte 10 : Types de sols observés dans les placettes du réseau européen 16 km x 16 km (source : DSF, 1993-94)

CRITÈRE 2 - ETAT DU SOL

Les sols forestiers sont nettement plus acides et désaturés (faible proportion de cations basiques dans le complexe d'échange cationique) que les sols agricoles. Cette différence tient au fait de l'occupation par les forêts de sols généralement ingrats (sols de montagne, sols hydromorphes, sols superficiels, etc.), sans apport d'intrants (engrais et amendements) et où une perte d'éléments minéraux est souvent enregistrée, du fait de l'exportation sans restitution d'éléments minéraux par la sylviculture, du prélèvement de litière (soutirage), et du lessivage accru d'éléments minéraux par les dépôts atmosphériques acides.

La répartition spatiale du taux de saturation (S/T) du complexe cationique en éléments nutritifs (calcium, magnésium, potassium) de l'horizon 0-20 cm des sols du Réseau européen est présentée dans la carte 11. De ces sols, 45 % ont un S/T supérieur à 80 %. Inversement, 16 % des sols ont un faible S/T, inférieur à 20 %. Il n'existe pas de seuils précis à partir desquels les arbres forestiers auraient nécessairement des problèmes de nutrition minérale, mais on sait que les risques augmentent fortement pour les S/T inférieurs à 10 % (6 % des sols). Les sols les plus désaturés sont principalement localisés dans les Vosges, le Grand Ouest (Normandie, Bretagne), le Massif central et le Massif landais.



Carte 11 : Taux de saturation en bases observés dans les placettes du réseau européen 16 km x 16 km (source : DSF, 1993-94)

CRITÈRE 2 - DÉFICIT FOLIAIRE

INDICATEUR 2.3

Déficit foliaire des principales essences forestières des forêts et autres terres boisées. Répartition en classes de déficit foliaire "modéré", "sévère" et "mort"

Classe de déficit foliaire	Essence	Proportion d'arbres atteints							
		1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
modérée (25% à 60%)	Feuillus	27,5%	25,0%	21,7%	20,3%	21,8%	23,8%	30,0%	34,1%
	Résineux	14,2%	15,4%	13,2%	10,7%	12,8%	13,8%	16,8%	15,8%
	Toutes essences	22,9%	21,6%	18,7%	17,0%	18,7%	20,3%	25,4%	27,7%
sévère (plus de 60%)	Feuillus	2,2%	1,7%	1,0%	1,2%	1,6%	1,5%	3,3%	4,1%
	Résineux	1,7%	1,3%	0,8%	1,0%	1,1%	1,2%	1,9%	1,5%
	Toutes essences	2,1%	1,6%	0,9%	1,1%	1,4%	1,4%	2,8%	3,2%
arbres morts	Feuillus	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,5%
	Résineux	0,3%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	1,3%
	Toutes essences	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,8%
Total : déficit foliaire supérieur à 25%	Feuillus	29,9%	26,9%	22,8%	21,6%	23,6%	25,4%	33,4%	38,7%
	Résineux	16,2%	16,8%	14,2%	12,0%	14,1%	15,1%	19,0%	18,6%
	Toutes essences	25,2%	23,3%	19,7%	18,3%	20,3%	21,9%	28,4%	31,7%

(Source : département de la santé des forêts - réseau européen de suivi des dommages forestiers. En raison d'un changement méthodologique intervenu pendant la période 1995-1997, les données antérieures à 1994 ne peuvent être comparées aux données postérieures à 1997 ; c'est pourquoi seuls sont présentés les résultats à partir de 1997. Le déficit foliaire d'un arbre est apprécié par rapport à un arbre de référence (à déficit foliaire nul). Des références sont définies pour chaque essence, région, peuplement. Les comparaisons entre essences ou grandes catégories (feuillus, résineux) sont de ce fait difficiles. Aussi dans la lecture des tableaux, il faut plus s'attacher aux évolutions relatives du déficit foliaire d'une essence donnée qu'aux valeurs absolues.)

⇒ **Nota :** le réseau européen de suivi des dommages forestiers est un réseau de placettes permanentes composées chacune de 20 arbres, installées aux nœuds d'une maille systématique de 16 km x 16 km. Le nombre de placettes de la partie française de ce réseau (qui s'étend sur une trentaine de pays) comprend potentiellement 558 placettes. Seules les placettes dont le peuplement a atteint une certaine hauteur (plus de 60 cm) font l'objet de notation. Depuis les tempêtes de 1999, un peu plus de quarante placettes sont temporairement suspendues jusqu'à ce qu'un nouveau peuplement réponde aux critères de notation. C'est pourquoi depuis 2000 un peu plus de 510 placettes seulement ont été notées. Elles sont visitées chaque été par une équipe de deux techniciens spécialisés dans l'observation phytosanitaire. L'état des cimes est apprécié visuellement et les causes des dommages éventuels sont déterminées dans la mesure du possible.

Commentaire : le déficit foliaire reflète globalement la vitalité de l'arbre ; il résulte de l'influence de divers facteurs : âge, histoire sylvicole, insectes ravageurs, champignons pathogènes, stress climatiques, pollution atmosphérique, déficiences minérales, etc. L'importance relative des facteurs en cause est le plus souvent difficile à identifier.

La période 2000-2004 est marquée par deux événements climatiques majeurs qui ont touché les peuplements forestiers : les tempêtes de décembre 1999 et la sécheresse-canicule de 2003. Les tempêtes de décembre 1999 ont fortement éprouvé les forêts françaises. Dans le réseau de suivi des dommages forestiers, 41 placettes ont été endommagées à plus de 50 % dont 23 détruites totalement. Dans la mesure où le peuplement le permettait, les arbres chablis ou

volis ont été remplacés dès l'été 2000. Vingt-neuf placettes ont cependant été suspendues (impossibilité de trouver un échantillon correct dans un rayon de

40 m). Pour le reste, sur les autres placettes, 1 051 arbres de l'échantillon 1999 ont été remplacés soit environ 10 % de l'échantillon total de 1999. Les branches

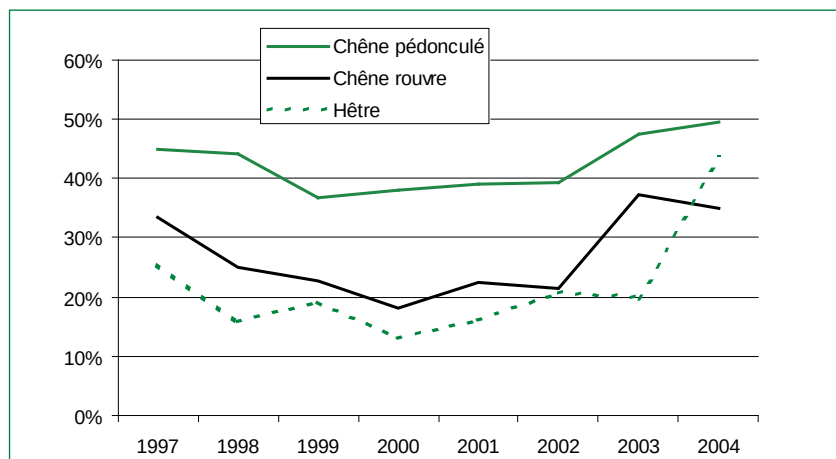


Figure 9 : Evolution du pourcentage d'arbres feuillus présentant un déficit foliaire supérieur à 25 % de 1997 à 2004 (source : DSF)

CRITÈRE 2 - DÉFICIT FOLIAIRE

cassées lors des tempêtes n'ont pas été comptabilisées comme des éléments de déficit foliaire, c'est pourquoi il n'a pas été constaté de dégradation majeure de l'état des cimes les années qui ont suivi les tempêtes.

Globalement, on constate une amélioration continue de 1997 à 2002 pour la plupart des essences, amélioration plus marquée chez les feuillus que chez les résineux, sauf pour le pin maritime et pour le pin sylvestre qui ont amorcé une augmentation de leur déficit foliaire dès 2000 (figures 9 et 10). Parmi les essences feuillues, les chênes – plus particulièrement les chênes pédonculé et pubescent – présentent des déficits foliaires très élevés. L'état du sapin et de l'épicéa, qui avait tant alarmé l'opinion au cours des années 1980, reste stable sur cette période 1997-2002.

En 2003, la sécheresse et la canicule ont eu des répercussions importantes

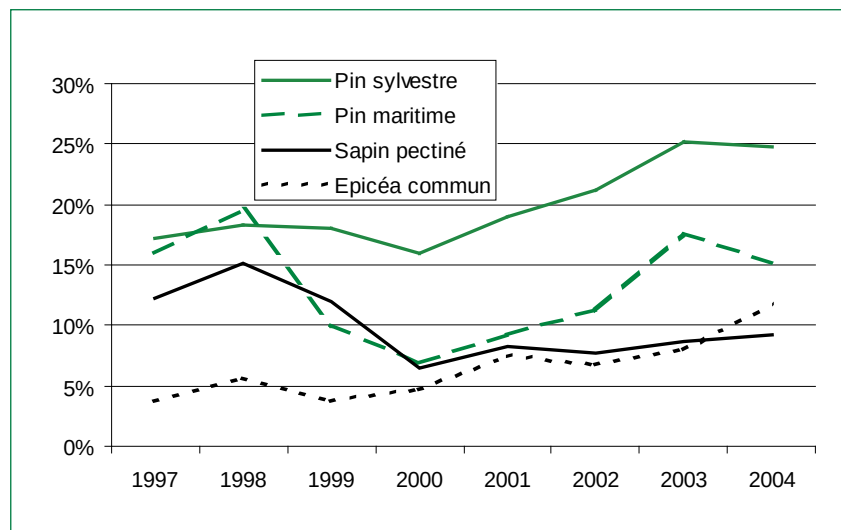


Figure 10 : Evolution du pourcentage d'arbres résineux présentant un déficit foliaire supérieur à 25 % de 1997 à 2004 (source : DSF)

sur l'état des cimes des arbres, dans certains cas dès 2003 (chêne sessile, chêne pédonculé, bouleau, ...), mais

pour la plupart des essences à partir de 2004 (hêtre, épicéa, ...).

Nombre d'arbres observés

Essence	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Chêne rouvre	1 212	1 229	1 237	1 233	1 236	1 243	1 246	1 248
Chêne pédonculé	1 218	1 219	1 185	1 196	1 178	1 179	1 170	1 170
Chêne vert	407	388	386	386	380	362	362	359
Chêne pubescent	858	843	845	834	844	845	807	811
Hêtre	1 039	1 010	1 135	1 060	1 093	1 094	1 100	1 104
Erables	169	164	152	139	139	140	138	139
Bouleaux	243	209	200	175	181	180	177	162
Charme	281	281	279	281	269	264	269	266
Châtaignier	531	523	510	481	476	477	467	463
Frêne	306	295	298	291	292	290	286	288
Peupliers	203	174	171	140	142	142	139	139
Merisier	130	132	131	110	112	113	109	105
Autres feuillus	477	464	457	428	425	422	425	421
Tous feuillus	7 074	6 931	6 986	6 754	6 767	6 751	6 695	6 675
Epicéa commun	597	603	584	548	550	546	547	519
Sapin pectiné	512	501	520	464	464	481	482	486
Pin sylvestre	761	748	745	633	633	635	632	631
Pin maritime	970	974	961	907	927	906	906	887
Pins noirs	278	280	278	231	235	235	235	236
Pin d'Alep	105	125	226	226	222	226	226	226
Douglas	243	318	319	320	341	341	341	325
Mélèze	140	141	141	142	142	142	142	143
Autres résineux	120	119	119	92	92	92	92	91
Tous résineux	3 726	3 809	3 893	3 563	3 606	3 604	3 603	3 544
Toutes essences	10 800	10 740	10 879	10 317	10 373	10 355	10 298	10 219

CRITÈRE 2 - DÉFICIT FOLIAIRE

Déficit foliaire modéré (25% à 60%)

Essence	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Chêne rouvre	32,0%	24,1%	22,3%	17,8%	21,9%	20,8%	34,9%	32,5%
Chêne pédonculé	42,0%	41,3%	35,3%	36,1%	36,5%	36,8%	43,7%	44,4%
Chêne vert	20,9%	26,5%	25,6%	28,2%	30,8%	32,6%	49,2%	39,6%
Chêne pubescent	40,2%	41,9%	28,6%	31,4%	28,6%	35,3%	37,8%	38,7%
Hêtre	21,8%	15,2%	19,0%	13,1%	16,0%	20,0%	19,0%	39,5%
Erables	9,5%	14,0%	9,2%	6,5%	7,2%	11,4%	25,4%	31,7%
Bouleaux	21,8%	15,8%	20,5%	9,7%	17,7%	15,6%	24,3%	29,0%
Charme	15,7%	18,1%	5,7%	3,2%	7,8%	11,4%	15,6%	33,1%
Châtaignier	10,9%	7,8%	8,4%	6,2%	5,7%	6,1%	9,0%	15,1%
Frêne	16,3%	13,6%	10,4%	11,0%	13,7%	16,2%	23,1%	21,9%
Peupliers	25,1%	19,5%	22,2%	27,1%	18,3%	20,4%	20,9%	28,8%
Merisier	32,3%	35,6%	26,0%	20,0%	22,3%	24,8%	24,8%	28,6%
Autres feuillus	16,1%	11,2%	10,5%	12,6%	14,6%	16,4%	20,2%	17,8%
Tous feuillus	27,5%	25,0%	21,7%	20,3%	21,8%	23,8%	30,0%	34,1%
Épicéa commun	3,0%	4,8%	3,3%	4,2%	6,9%	6,2%	7,1%	6,9%
Sapin pectiné	11,3%	14,0%	11,3%	5,6%	7,3%	6,7%	6,6%	8,0%
Pin sylvestre	14,5%	16,8%	16,5%	13,6%	16,4%	18,0%	22,2%	20,3%
Pin maritime	14,7%	17,9%	9,3%	6,2%	8,8%	10,7%	16,4%	13,8%
Pins noirs	8,6%	8,9%	11,2%	12,1%	14,5%	17,4%	19,6%	20,8%
Pin d'Alep	47,6%	41,6%	38,1%	37,6%	36,5%	42,0%	54,4%	43,8%
Douglas	25,1%	17,9%	17,6%	11,9%	11,1%	11,4%	15,2%	15,4%
Mélèze	38,6%	33,3%	27,7%	21,8%	28,9%	24,6%	12,0%	20,3%
Autres résineux	8,3%	5,9%	10,9%	9,8%	10,9%	9,8%	9,8%	8,8%
Tous résineux	14,2%	15,4%	13,2%	10,7%	12,8%	13,8%	16,8%	15,8%
Toutes essences	22,9%	21,6%	18,7%	17,0%	18,7%	20,3%	25,4%	27,7%

Déficit foliaire sévère (> 60%)

Essence	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Chêne rouvre	1,2%	0,8%	0,2%	0,2%	0,5%	0,6%	2,2%	2,4%
Chêne pédonculé	2,8%	2,3%	1,5%	1,8%	2,4%	2,4%	3,8%	5,0%
Chêne vert	1,2%	1,5%	0,8%	1,0%	4,5%	3,9%	1,4%	7,0%
Chêne pubescent	2,3%	3,0%	1,3%	1,9%	2,4%	1,8%	4,7%	3,8%
Hêtre	3,8%	0,6%	0,2%	0,0%	0,2%	0,5%	0,5%	2,8%
Erables	0,0%	0,6%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	3,6%
Bouleaux	0,4%	1,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	1,7%	2,5%
Charme	0,0%	2,5%	0,4%	0,0%	0,0%	0,4%	4,1%	16,9%
Châtaignier	3,6%	3,3%	2,7%	3,3%	2,5%	2,1%	7,9%	4,8%
Frêne	1,3%	0,3%	0,7%	0,7%	0,7%	0,3%	1,0%	0,7%
Peupliers	1,0%	1,1%	1,2%	0,7%	6,3%	5,6%	6,5%	5,0%
Merisier	6,2%	2,3%	4,6%	10,0%	4,5%	3,5%	17,4%	7,6%
Autres feuillus	2,3%	2,4%	2,2%	1,4%	2,1%	1,4%	4,0%	1,7%
Tous feuillus	2,2%	1,7%	1,0%	1,2%	1,6%	1,5%	3,3%	4,1%
Épicéa commun	0,7%	0,7%	0,3%	0,5%	0,5%	0,4%	0,7%	1,3%
Sapin pectiné	1,0%	1,0%	0,4%	0,9%	0,9%	0,8%	1,9%	0,4%
Pin sylvestre	2,0%	1,5%	1,2%	2,1%	1,9%	2,7%	2,5%	3,3%
Pin maritime	1,0%	1,5%	0,6%	0,2%	0,1%	0,6%	0,9%	0,7%
Pins noirs	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%	5,5%	1,7%
Pin d'Alep	3,8%	3,2%	2,2%	4,9%	5,9%	4,9%	6,6%	2,7%
Douglas	8,2%	2,5%	1,9%	0,9%	0,3%	0,3%	0,3%	1,2%
Mélèze	5,0%	0,7%	0,0%	0,0%	1,4%	0,0%	0,0%	0,0%
Autres résineux	0,0%	0,8%	0,8%	1,1%	1,1%	2,2%	2,2%	3,3%
Tous résineux	1,7%	1,3%	0,8%	1,0%	1,1%	1,2%	1,9%	1,5%
Toutes essences	2,1%	1,6%	0,9%	1,1%	1,4%	1,4%	2,8%	3,2%

CRITÈRE 2 - DÉFICIT FOLIAIRE

Pourcentage d'arbres morts

Essence	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Chêne rouvre	0,2%	0,0%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%
Chêne pédonculé	0,1%	0,4%	0,1%	0,3%	0,1%	0,2%	0,1%	0,1%
Chêne vert	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,6%	0,3%	0,0%
Chêne pubescent	0,1%	0,1%	0,0%	0,0%	0,1%	0,2%	0,0%	0,4%
Hêtre	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,3%	1,0%
Erables	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Bouleaux	1,2%	1,0%	0,5%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	3,7%
Charme	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Châtaignier	0,0%	0,4%	0,2%	0,2%	0,2%	0,6%	0,6%	1,9%
Frêne	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Peupliers	0,0%	2,3%	1,2%	0,7%	1,4%	0,7%	0,0%	1,4%
Merisier	0,8%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%	0,0%	0,0%	1,9%
Autres feuillus	1,0%	0,2%	0,2%	0,2%	0,7%	0,2%	0,7%	0,0%
Tous feuillus	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,5%
Epicéa commun	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	3,5%
Sapin pectiné	0,0%	0,2%	0,2%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,8%
Pin sylvestre	0,8%	0,0%	0,3%	0,3%	0,6%	0,6%	0,5%	1,1%
Pin maritime	0,2%	0,1%	0,1%	0,6%	0,3%	0,0%	0,3%	0,7%
Pins noirs	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,0%
Pin d'Alep	1,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,4%	0,9%
Douglas	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,9%
Mélèze	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Autres résineux	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Tous résineux	0,3%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,2%	1,3%
Toutes essences	0,2%	0,2%	0,1%	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%	0,8%

(Source : département de la santé des forêts - réseau européen de suivi des dommages forestiers)

Essence	Taux moyen de mortalité		
	1990- 94	1995- 99	2000- 04
Chêne rouvre	0,03%	0,06%	0,03%
Chêne pédonculé	0,15%	0,20%	0,14%
Chêne vert	0,17%	0,00%	0,16%
Chêne pubescent	0,08%	0,12%	0,14%
Hêtre	0,00%	0,10%	0,29%
Erables	0,13%	0,00%	0,00%
Bouleaux	1,34%	0,63%	0,80%
Charme	0,21%	0,35%	0,00%
Châtaignier	0,43%	0,51%	0,72%
Frêne	0,08%	0,00%	0,00%
Peupliers	1,78%	1,01%	0,85%
Merisier	0,17%	0,19%	0,55%
Autres feuillus	0,89%	0,58%	0,38%
Tous feuillus	0,28%	0,22%	0,23%
Epicéa commun	0,00%	0,04%	0,74%
Sapin pectiné	0,21%	0,05%	0,25%
Pin sylvestre	0,29%	0,33%	0,63%
Pin maritime	0,43%	0,18%	0,38%
Pins noirs	0,00%	0,09%	0,60%
Pin d'Alep	0,19%	0,95%	0,36%
Douglas	0,25%	0,10%	0,18%
Mélèze	0,00%	0,00%	0,00%
Autres résineux	0,00%	0,21%	0,00%
Tous résineux	0,23%	0,17%	0,43%
Toutes essences	0,26%	0,20%	0,30%

(Source : département de la santé des forêts - réseau européen de suivi des dommages forestiers)

➔ Nota : l'évolution méthodologique de l'appréciation des cimes au cours des années 1994-97 n'a pas affecté le dénombrement des arbres morts. Il s'agit de la mortalité constatée par les observateurs lors de la notation estivale. Il s'agit uniquement d'arbres dominants et co-dominants (seuls notés dans le réseau européen). Les chablis des tempêtes de 1999 n'ont pas été intégrés à ce dénombrement d'arbres morts. Le taux réel de mortalité est probablement (légèrement) supérieur à celui indiqué, des arbres morts ayant été prélevés avant la notation estivale et les observateurs ne pouvant pas toujours déterminer si les arbres disparus ont été récoltés à la faveur de coupes d'éclaircies ou de coupes sanitaires. En admettant que l'intensité de la sylviculture (fréquence des coupes) soit restée globalement constante depuis la création du réseau en 1989 (ce qui n'est sans doute pas vrai partout), ce "taux annuel de mortalité" reste un critère d'appréciation pertinent de l'état de santé de la forêt.

des années 1990, correspondant à des dépérissements consécutifs à la sécheresse 1989-91, le taux de mortalité s'est globalement stabilisé autour d'un taux annuel de 0,2 % jus-

qu'en 2003. Ces taux de mortalité ainsi établis sont très inférieurs aux prélèvements par les coupes, estimés dans le même réseau entre 1 et 3 % par an, soit au moins 5 fois plus. Par contre, un pic de mortalité est observé en 2004 tant sur feuillus que sur résineux, certaines essences étant particulièrement touchées (épicéa commun, bouleaux). Ce pic de mortalité est directement à mettre en relation avec la sécheresse-canicule de 2003.

Commentaire : globalement, après un léger pic de mortalité au début

qu'en 2003. Ces taux de mortalité ainsi établis sont très inférieurs aux prélève-

CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

INDICATEUR 2.4

Surface de forêts et autres terres boisées endommagées, classées par agent primaire de dommage (abiotique, biotique et anthropique) et par type de forêts

Cause du dommage	Essence principale	Surface (ha/an)			Nombre de placettes atteintes (%)		Nombre d'arbres atteints (%)	
		1985-94	1995-99	2000-04	1995-99	2000-04	1995-99	2000-04
Insectes	Feuillus	ND	ND	ND	40,3%	39,9%	17,9%	18,0%
	Résineux	ND	ND	ND	9,5%	8,6%	3,4%	1,8%
	Toutes essences	ND	ND	ND	34,7%	34,2%	12,8%	12,3%
Champignons	Feuillus	ND	ND	ND	13,4%	13,0%	3,7%	3,6%
	Résineux	ND	ND	ND	9,3%	14,6%	4,5%	7,3%
	Toutes essences	ND	ND	ND	14,2%	16,0%	4,0%	4,9%
Stress climatiques	Feuillus	ND	ND	ND	15,4%	10,3%	5,6%	3,8%
	Résineux	ND	ND	ND	8,2%	8,1%	4,5%	2,3%
	Toutes essences	ND	ND	ND	15,1%	10,5%	5,2%	3,3%
Incendies	Toutes essences	34 660	17 220	32 330	-	-	-	-
Tempêtes	Toutes essences	9 300	231 000	0	-	-	-	-

(Source : voir détail par thème ci-dessous)

Commentaire : les dommages pour lesquels on dispose d'information au niveau national sont ceux causés par les insectes ravageurs, les champignons pathogènes, les stress climatiques, les incendies et les tempêtes. Pour les 3 premiers, les données fiables disponibles ne peuvent être exprimées qu'en nombre de placettes et d'arbres atteints et non en surface, comme pour les incendies et les tempêtes (voir nota). L'analyse détaillée de ces dommages figure ci-dessous.

Concernant les dégâts dus aux grands Ongulés, les enquêtes existantes restant partielles, il est possible de suivre l'évolution des créations annuelles de protection dans les parcelles en régénération (voir § 2.4.1). Quant aux dégâts d'exploitation, ils n'ont pas fait pour l'instant l'objet d'une enquête nationale. Un projet européen Life « méthodes de suivi de la gestion forestière durable » a été mené par l'Institut pour le développement forestier (IDF) et le Cemagref de 1999 à 2002 : il a permis notamment de tester une méthode d'évaluation des dégâts d'exploitation dans les placettes visitées par l'Inventaire forestier national.

1) Dégâts causés par les insectes ravageurs, les champignons pathogènes et les stress abiotiques

Les dégâts causés par les insectes ravageurs, les champignons pathogènes et les stress abiotiques de type gels de printemps et sécheresses estivales sont éminemment conjoncturels : ils peuvent être limités à une année ou suivre des fluctuations de quelques années, selon la dyna-

mique propre des populations des ravageurs, en interaction avec les accidents climatiques (notamment hydriques). Les mortalités correspondent souvent à l'aboutissement d'un affaiblissement progressif (vieillesse, attaques racinaires, ...). Elles peuvent occasionnellement devenir plus fréquentes, à la faveur de la conjonction de facteurs défavorables (par exemple, sécheresse et insecte défoliateur) ou de la pullulation de populations de scolytes après tempêtes ou sécheresse.

A défaut d'un dispositif opérationnel de mesure capable de fournir des données quantifiées fiables à l'échelle nationale sur l'influence des divers facteurs biotiques et abiotiques, la question est abordée ici de deux façons complémentaires :

- **proportion d'arbres et de placettes du réseau européen affectée par des "causes connues" :** la densité d'échantillonnage est suffisante pour refléter les problèmes sanitaires importants, mais probablement pas ceux à répartition plus ponctuelle. De plus les observations estivales sous-évaluent les symptômes et causes de dommages car les facteurs de stress printaniers (insectes, gels, ...) ne sont plus toujours identifiables en été et certains problèmes (par exemple les problèmes racinaires) sont difficiles à diagnostiquer. Les données récentes ne peuvent être comparées à celles de la période initiale de 1990-1994 car le niveau de formation des notateurs a sensiblement augmenté.

- **appréciation de l'intensité des problèmes phytosanitaires importants**

⇒ **Nota :** concernant les 3 premières catégories du tableau, une estimation avait été effectuée pour les deux premières éditions (1995 et 2000) des indicateurs de gestion durable, à partir des principaux événements phytosanitaires signalés au cours des 5 années précédentes, et en utilisant un facteur de correction multiplicatif pour tenir compte des cas non inventoriés. Cette méthode est la seule utilisable à partir des informations dont nous disposons. Mais compte tenu du niveau d'incertitude, il n'apparaît pas significatif de renouveler l'estimation pour la période 2000-2004. Il n'est notamment pas possible de définir sur des bases incontestables dans quel sens ces surfaces auraient pu évoluer par rapport à la période antérieure.

Les difficultés pour la mise en place d'un dispositif fiable de suivi de cet indicateur interviennent à plusieurs niveaux :

- les symptômes de dégâts de ravageurs (tels que les défoliateurs) et de pathogènes sont souvent limités dans le temps et leur quantification impose un dispositif statistique actif au moment opportun ;
- certains pathogènes (tels le fomes des résineux) sont très difficiles à détecter en l'absence de mortalité ou d'exploitation des arbres concernés ;
- les relations entre l'importance des symptômes et l'importance des pertes de croissance sont souvent mal connues ;
- les mortalités peuvent intervenir plusieurs mois voire plusieurs années après des dégâts de ravageurs ou de pathogènes.

Elles sont généralement disséminées dans les peuplements et le niveau de mortalité qui impose une reconstitution varie fortement avec les options du gestionnaire.

sur la base des observations faites par les correspondants-observateurs du Département santé des forêts (plusieurs milliers d'observations par an) : il s'agit de problèmes avérés, mais on ignore la proportion de peuplements affectés dans une région. Les observations collectées permettent de suivre les fluctuations des principaux ravageurs de la forêt française.

CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

a) dégâts d'origine connue observés dans le réseau européen de suivi des dommages forestiers (Fréquences moyennes des problèmes liés à des attaques d'insectes ravageurs et de champignons pathogènes, et aux stress climatiques)

Nombre de placettes

Essence	nombre de placettes avec au moins une tige de l'essence	nombre de placettes avec signalement d'insectes		nombre de placettes avec signalement de champignons		nombre de placettes avec signalement de dommages dus à un facteur climatique	
	moyenne 2000-2004	moyenne 2000-2004	%	moyenne 2000-2004	%	moyenne 2000-2004	%
Chêne rouvre	130,8	44,6	34,1%	10,2	7,8%	5,0	3,8%
Chêne pédonculé	153,0	63,6	41,6%	22,6	14,8%	8,4	5,5%
Chêne vert	27,6	9,2	33,3%	0,4	1,4%	4,0	14,5%
Chêne pubescent	67,4	30,4	45,1%	5,4	8,0%	10,2	15,1%
Hêtre	131,6	26,0	19,8%	2,2	1,7%	8,6	6,5%
Erables	60,4	5,2	8,6%	1,0	1,7%	2,6	4,3%
Bouleaux	44,0	5,4	12,3%	0,0	0,0%	2,0	4,5%
Charme	56,2	11,2	19,9%	0,2	0,4%	3,2	5,7%
Châtaignier	60,4	3,8	6,3%	8,6	14,2%	3,2	5,3%
Frêne	64,0	12,0	18,8%	0,0	0,0%	3,8	5,9%
Peupliers	30,6	6,0	19,6%	0,4	1,3%	2,6	8,5%
Merisier	45,2	11,2	24,8%	4,8	10,6%	2,2	4,9%
Autres feuillus	89,0	15,8	17,8%	3,8	4,3%	5,2	5,8%
tous feuillus	395,0	157,6	39,9%	51,2	13,0%	40,8	10,3%
Épicéa commun	49,4	2,4	4,9%	0,8	1,6%	2,0	4,0%
Sapin pectiné	48,4	2,6	5,4%	10,4	21,5%	3,2	6,6%
Pin sylvestre	66,4	6,0	9,0%	10,2	15,4%	4,4	6,6%
Pin maritime	54,0	7,0	13,0%	1,2	2,2%	2,8	5,2%
Pins noirs	22,8	0,8	3,5%	1,8	7,9%	1,6	7,0%
Pin d'Alep	15,0	0,4	2,7%	6,6	44,0%	2,6	17,3%
Douglas	22,6	1,0	4,4%	2,8	12,4%	1,6	7,1%
Mélèze	12,2	0,6	4,9%	0,0	0,0%	1,2	9,8%
Autres résineux	10,0	0,4	4,0%	0,0	0,0%	0,4	4,0%
tous résineux	238,4	20,6	8,6%	34,8	14,6%	19,4	8,1%
toutes essences	515,8	176,4	34,2%	82,6	16,0%	54,0	10,5%

(Source : département de la santé des forêts - réseau européen de suivi des dommages forestiers. On ne dispose pas de méthodes permettant d'estimer les erreurs liées à un taux d'échantillonnage faible. Les précisions ne sont probablement acceptables que pour les essences fortement représentées (à titre indicatif : > 50 placettes et > 300 arbres). Les valeurs pour "autres feuillus", "tous feuillus", "autres résineux", "tous résineux", "toutes essences", sont calculées pour chacun de ces échantillons collectifs et ne représentent pas des moyennes pondérées des chiffres par essence : cela explique, en l'occurrence, que les valeurs pour ces ensembles peuvent être supérieures à la moyenne des valeurs pour chaque essence.)

Commentaire : toutes essences confondues, les trois facteurs de stress les plus fréquents au cours de la période 2000-2004 sont :

- les attaques d'insectes : 34 % des placettes et 12 % des arbres,
- les attaques par des champignons pathogènes : 16 % des placettes et 5 % des arbres,
- les stress climatiques : 10 % des placettes et 3 % des arbres.

La gravité de ces dommages est difficile à interpréter, car il y a des causes de sur-estimation (les dommages recensés correspondent à des sévérités variables et souvent faibles) et de sous-estimation (au moment des observations estivales, les arbres ont parfois partiellement reconstitué leur feuillage).

On peut cependant constater que la hiérarchie des facteurs au cours de la période récente est identique à celle de la période précédente. Les taux sont également du même ordre de grandeur

entre les deux périodes consécutives, sauf pour les stress climatiques qui apparaissent moindres lors de la période récente.

Globalement, les feuillus sont beaucoup plus affectés par les attaques d'insectes que les résineux, alors que l'écart est moins important pour les champignons pathogènes.

Parmi les feuillus, les chênes pédonculé et sessile, premières essences françaises, sont toujours les essences les

CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

Nombre de tiges

Essence	nombre de tiges	nombre de tiges avec signalement d'insectes		nombre de tiges avec signalement de champignons		nombre de tiges avec signalement de dommages dus à un facteur climatique	
	moyenne 2000-2004	moyenne 2000-2004	%	moyenne 2000-2004	%	moyenne 2000-2004	%
Chêne rouvre	1 241,2	282,0	22,7%	34,6	2,8%	40,3	3,2%
Chêne pédonculé	1 178,6	347,4	29,5%	100,4	8,5%	34,0	2,9%
Chêne vert	369,8	43,2	11,7%	22,0	5,9%	29,6	8,0%
Chêne pubescent	828,2	155,2	18,7%	25,0	3,0%	51,4	6,2%
Hêtre	1 090,2	155,0	14,2%	12,0	1,1%	45,4	4,2%
Erables	139,0	8,6	6,2%	1,3	0,9%	4,2	3,0%
Bouleaux	175,0	11,6	6,6%	0,0	0,0%	7,2	4,1%
Charme	269,8	50,4	18,7%	1,0	0,4%	14,0	5,2%
Châtaignier	472,8	6,2	1,3%	41,4	8,8%	14,6	3,1%
Frêne	289,4	48,6	16,8%	0,0	0,0%	8,4	2,9%
Peupliers	140,4	18,2	13,0%	24,0	17,1%	10,0	7,1%
Merisier	109,8	21,2	19,3%	17,7	16,1%	5,5	5,0%
Autres feuillus	424,2	61,2	14,4%	16,7	3,9%	17,5	4,1%
tous feuillus	6 728,4	1 208,8	18,0%	244,4	3,6%	257,8	3,8%
Épicéa commun	542,0	7,0	1,3%	4,3	0,8%	5,0	0,9%
Sapin pectiné	475,4	7,0	1,5%	37,2	7,8%	15,4	3,2%
Pin sylvestre	632,8	19,4	3,1%	75,6	11,9%	19,6	3,1%
Pin maritime	906,6	21,2	2,3%	2,7	0,3%	8,3	0,9%
Pins noirs	234,4	1,0	0,4%	7,6	3,2%	4,3	1,8%
Pin d'Alep	225,2	3,5	1,6%	117,3	52,1%	11,8	5,2%
Douglas	333,6	6,3	1,9%	44,0	13,2%	12,5	3,7%
Mélèze	142,2	3,5	2,5%	0,0	0,0%	14,3	10,1%
Autres résineux	91,8	2,0	2,2%	0,0	0,0%	2,5	2,7%
tous résineux	3 584,0	62,8	1,8%	262,4	7,3%	81,4	2,3%
toutes essences	10 312,4	1 271,6	12,3%	506,8	4,9%	339,2	3,3%

(Source : département de la santé des forêts - réseau européen de suivi des dommages forestiers. On ne dispose pas de méthodes permettant d'estimer les erreurs liées à un taux d'échantillonnage faible. Les précisions ne sont probablement acceptables que pour les essences fortement représentées (à titre indicatif : > 50 placettes et > 300 arbres). Les valeurs pour "autres feuillus", "tous feuillus", "autres résineux", "tous résineux", "toutes essences", sont calculées pour chacun de ces échantillons collectifs et ne représentent pas des moyennes pondérées des chiffres par essence : cela explique, en l'occurrence, que les valeurs pour ces ensembles peuvent être supérieures à la moyenne des valeurs pour chaque essence.)

plus fréquemment affectées par les insectes ravageurs (insectes défoliateurs surtout).

Par contre, au cours de la période récente (2000-2004), les peupliers et les merisiers sont les essences feuillues les plus atteintes par les champignons pathogènes.

Dans le cas des essences résineuses, les pins maritime et sylvestre sont les

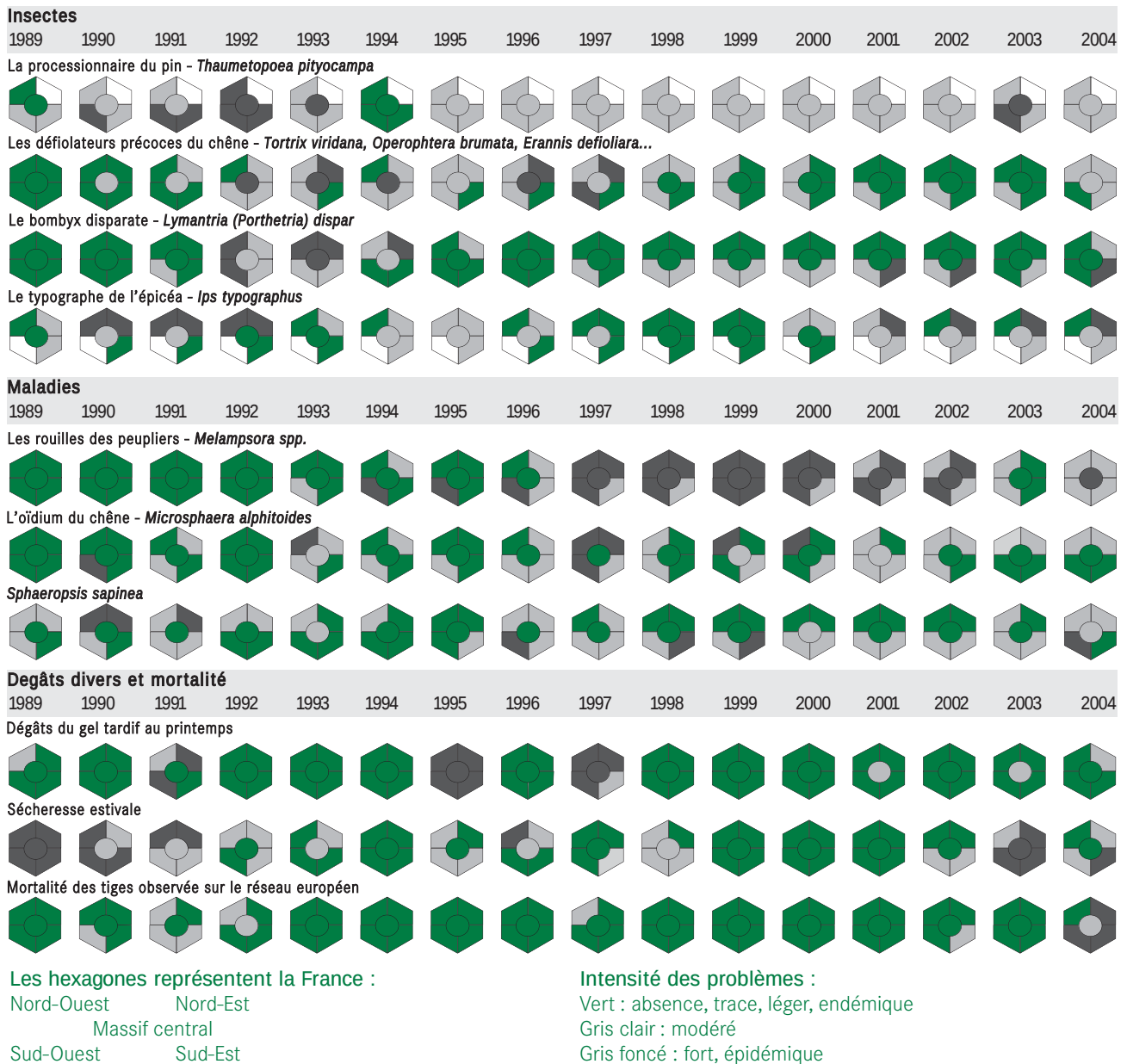
plus concernés par les attaques d'insectes (processionnaire du pin notamment). Quant au pin d'Alep, il reste chroniquement touché par des pathogènes.

Les résultats concernant les stress climatiques sont à nuancer, car certains stress majeurs, notamment les stress hydriques, se traduisent le plus souvent par des symptômes peu spécifiques. De plus, la période 2000-2004 est très hétérogène avec un début de période

(2000-2002) très arrosé puis une fin de période exceptionnellement sèche (2003-2004). Une moyenne sur la période 2000-2004 n'est donc guère représentative.

CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

b) intensité relative de 10 grands problèmes phytosanitaires de la forêt française, de 1989 à 2004 (source : DSF)



Les parties blanches de certains hexagones traduisent le fait que le ravageur mentionné est absent des régions concernées.

Commentaire : la période 2000-2004 a été particulièrement marquée à son début par les conséquences des chablis des tempêtes de 1999. Des pullulations d'insectes sous-corticaux se sont installées dans les peuplements de pins, surtout dans les Landes, et dans les peuplements d'épicéa de l'Est de la France (Vosges, Jura, Nord des Alpes). Les dommages dus au scolytes ont été considérables (plusieurs millions de m³). Indépendamment des tempêtes, à la

suite d'un gel brutal en novembre 1998, des attaques spectaculaires de scolytes xylophages se sont manifestées sur hêtre dans le Nord-Est de la France (massif des Ardennes principalement) de 2000 à 2002. Avec la sécheresse-canicule de 2003, de nouvelles pullulations d'insectes sous-corticaux se sont développées, notamment sur sapin pectiné en moyenne montagne. Les défoliateurs précoces des feuillus sont restés globalement à bas niveau

mais en fin de période, ils semblent à nouveau progresser dans de nombreuses régions. Les importantes attaques de rouilles du peuplier qui ont débuté en 1997 ont perduré jusqu'en 2002 puis ont considérablement régressé avec la sécheresse de 2003. Sur résineux, la période 2000-2004 a été marquée dans la moitié Est du territoire par des rougissements parfois intenses des pins dus à l'agent de la maladie des bandes rouges.

CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

Les dépérissements constatés au début des années 1990 sont en nette régression. Cependant, au cours de la période 2000-2004, des dépérissements de hêtre sont observés dans de multiples régions. Parmi les facteurs qui interviennent

dans ces dépérissements, on peut citer la déstructuration des peuplements par les tempêtes de 1999, des tassements de sols suite aux exploitations des chablis et les extrêmes climatiques de 2003. Les conséquences de la sécheresse-canicule

de 2003 sur les peuplements forestiers sont encore partiellement visibles en 2004. On peut citer des mortalités de Douglas, de bouleaux, ... mais aussi des démarrages de dépérissements de chêne pédonculé, de sapin pectiné, etc.

2) Incendies observés dans les forêts et autres terres boisées

Année	Surfaces détruites par le feu (ha)			Total	Nombre de feux
	hors zone méditerranéenne	zone méditerranéenne (1)			
1979	6 376	53 351	89%	59 727	ND
1980	5 988	16 188	73%	22 176	ND
1981	4 233	23 478	85%	27 711	ND
1982	6 486	48 659	88%	55 145	ND
1983	5 239	48 490	90%	53 729	ND
1984	12 507	14 696	54%	27 203	ND
1985	9 861	47 507	83%	57 368	ND
1986	4 460	47 400	91%	51 860	ND
1987	3 714	10 395	74%	14 109	ND
1988	1 494	5 208	78%	6 702	ND
1989	18 695	56 871	75%	75 566	6 743
1990	18 728	53 897	74%	72 625	5 881
1991	3 581	6 549	65%	10 130	3 888
1992	3 828	12 765	77%	16 593	4 002
1993	4 797	11 901	71%	16 698	4 769
1994	2 390	22 605	90%	24 995	4 618
1995	8 149	9 988	55%	18 137	6 563
1996	8 281	3 119	27%	11 400	6 401
1997	9 331	12 250	57%	21 581	8 005
1998	7 837	11 243	59%	19 080	6 288
1999	3 123	12 782	80%	15 905	4 960
2000	5 162	18 864	79%	24 026	4 553
2001	2 502	17 970	88%	20 472	4 260
2002	23 860	6 299	21%	30 159	4 097
2003	11 771	61 507	84%	73 278	7 023
2004	3 114	10 596	77%	13 710	3 767

(1) Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte d'Azur, Corse, Drôme, Ardèche

moyenne 1980-84 (ha/an)	6 891	30 302	81%	37 193	
% surface totale				0,23%	
moyenne 1985-89 (ha/an)	7 645	33 476	81%	41 121	
% surface totale				0,25%	
moyenne 1990-94 (ha/an)	6 665	21 543	76%	28 208	4 632
% surface totale	0,05%	0,63%		0,18%	
moyenne 1995-99 (ha/an)	7 344	9 876	57%	17 221	6 443
% surface totale	0,06%	0,24%		0,10%	
moyenne 2000-2004 (ha/an)	9 282	23 047	71%	32 329	4 740
% surface totale	0,07%	0,54%		0,19%	

(Source : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche et Ministère de l'Intérieur, à partir des fichiers Prométhée pour la zone méditerranéenne et des déclarations des DRAF et DDAF pour les autres régions. Les surfaces incendiées sont rapportées aux surfaces des forêts et autres terres boisées de l'Enquête Teruti du SCEES.)

CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

Commentaire : de 1991 à 2002, les superficies brûlées en France se sont maintenues entre 10 000 et 30 000 hectares par an, marquant une rupture nette avec la décennie précédente (figure 11). Ces résultats encourageants ont été mis à mal par l'année 2003, année de sécheresse-canicule qui a enregistré un record avec 73 300 hectares incendiés et plus de 7 000 feux. La région méditerranéenne a été particulièrement touchée, dépassant les scores des années 1989 et 1990 : plus de 60 000 hectares y ont brûlé en 2003 dont 27 400 en Corse et 18 800 dans le Var. Comme en 1989 et 1990, la surface moyenne des feux a dépassé les 10 hectares sur l'ensemble du territoire. Ce résultat moyen masque des disparités importantes selon les régions, la zone méditerranéenne ayant enregistré les plus grands incendies.

Autre fait marquant des dernières années, le pic de surfaces incendiées enregistré en 2002 hors zone méditerranéenne et qui correspond à des feux importants en Aquitaine et Midi-Pyrénées. L'année 2004 marque un retour à la normale avec une surface incendiée inférieure à 14 000 hectares sur l'ensemble du territoire.

Les retours d'expérience après les incendies de 2003 ont permis de tirer les enseignements suivants :

- les conditions climatiques exceptionnelles de 2003 ont entraîné une baisse considérable des réserves en eau du sol et transformé la végétation méditerranéenne en véritable poudrière ;

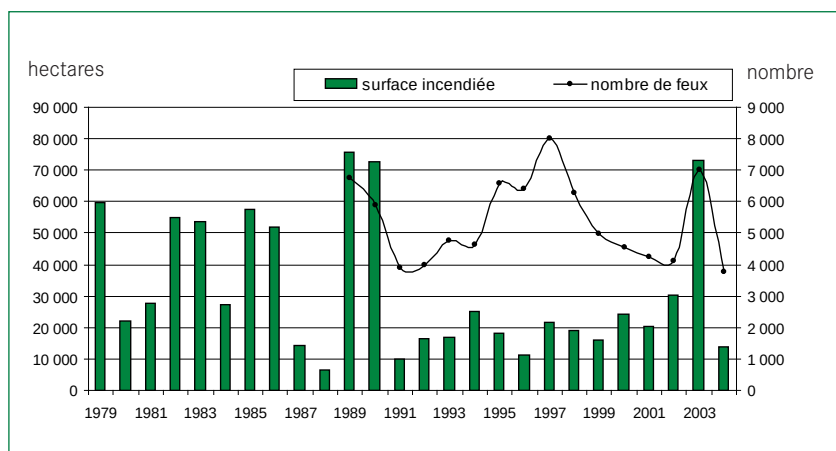


Figure 11 : Evolution du nombre de feux et de la surface incendiée dans les forêts et autres terres boisées de 1979 à 2003 (sources : Ministère de l'agriculture et de la pêche et Ministère de l'Intérieur)

- l'embroussaillage des espaces ruraux, conséquence de la déprise agricole et d'un défaut d'entretien, a accru les espaces combustibles et augmenté l'inflammabilité, notamment entre les massifs boisés et les zones habitées. Le défaut d'entretien autour des habitations a ainsi généré une concentration des moyens de lutte au détriment de la protection des forêts. Par ailleurs, ce phénomène d'embroussaillage a été paradoxalement amplifié par le faible niveau des incendies enregistré pendant la décennie précédente ;
- la quantité de biomasse combustible a fortement progressé au cours de la décennie précédente, suite au faible niveau des incendies ;
- les bons résultats enregistrés entre 1991 et 2002 ont pu conduire à une cer-

taine usure du dispositif de prévention et de lutte (financement, application des règlements, expérience des feux, entretien des équipements, etc.).

Ce constat a conduit à plusieurs recommandations, parmi lesquelles figurent :

- une meilleure adaptation du dispositif aux conditions climatiques exceptionnelles ;
- une réelle maîtrise de l'urbanisation en forêt et une meilleure autoprotection des habitations ;
- un entretien régulier des coupures réalisé si possible par des agriculteurs ou des éleveurs ;
- une coordination des acteurs plus efficace ;
- une meilleure sensibilisation du public à la prévention.

3) Tempêtes

	1965-74	1975-84	1985-94	1995-2004
volume en forêt publique	3 M m ³	3,6 M m ³	9,7 M m ³	61,7 M m ³
volume en forêt privée	0,7 M m ³	12 M m ³	6,5 M m ³	115,4 M m ³
volume total	3,7 M m ³	15,6 M m ³	16,2 M m ³	177,1 M m ³
% du volume sur pied	0,23%	0,95%	0,87%	8,3%
% de la production de la période correspondante	-	2,58%	2,16%	20,0%
volume moyen par ha de forêt métropolitaine et par an	0,026 m ³ /ha/an	0,111 m ³ /ha/an	0,114 m ³ /ha/an	1,149 m ³ /ha/an
de 1965 à 1998 : équivalent-surface des volumes détruits; 1999 : estimation IFN des surfaces des peuplements détruits sur plus de 10% de leur couvert	environ 2 500 ha/an	environ 9 800 ha/an	environ 9 300 ha/an	environ 115 300 ha/an

(Source : de 1965 à 1998 : ONF et MAP, pour les seuls chablis exceptionnels, en ne prenant donc pas en compte les volumes de chablis récoltés régulièrement en montagne à la sortie de l'hiver ; pour la forêt privée, la plupart des chiffres sont issus de la thèse de M. Doll "les cataclysmes météorologiques en forêt", 1988 ; l'équivalent-surface des volumes détruits par an est calculé à partir du volume moyen par hectare des futaies régulières, type de peuplement le plus souvent affecté par les chablis. Pour les tempêtes de 1999, estimation IFN à partir de l'analyse des photos aériennes et des retours terrain après tempête - voir détail ci-après ; le volume de chablis exceptionnels entre 2000 et 2004 est nul).

CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

Commentaire : les tempêtes de décembre 1999 ont provoqué des dégâts considérables dans la forêt française. A la différence des précédentes qui restaient plus localisées (Massif Central, 1982 ; Nord-Est, 1984 ; Bretagne, 1987 ; moitié Nord de la France, 1990), elles ont touché de nombreuses régions du Sud-Ouest au Nord-Est (carte 12). L'importance des dommages entraîne une rupture nette entre la dernière décennie et les précédentes,

multipliant les indicateurs de dégâts par un facteur 10. La part du volume sur pied détruit qui ne dépassait pas 1 % depuis 30 ans soit 0,1 m³/ha/an a atteint 8,3 % soit 1,1 m³/ha/an. La part de la production courante détruite est de 20 % contre un maximum de 2,6 % précédemment. Enfin, les surfaces endommagées qui restaient inférieures à 10 000 hectares par an sont passées à plus de 115 000 hectares par an entre 1995 et 2004. Ces derniers résultats doivent cependant être

tempérés : les évaluations des décennies précédentes, basées sur des équivalent-surface, ont sans doute été sous-estimées car l'application de cette méthode pour 1999 conduirait à se limiter aux peuplements endommagés à plus de 50 %. Le volume total détruit dans la dernière décennie est estimé à 177,1 millions de m³ dont 175,9 pour la seule année 1999 et 1,2 en 1996 dans le massif landais privé. Les 2/3 des volumes détruits sont situés en forêt privée.

Tempêtes de décembre 1999

Commentaire : l'Inventaire forestier national (IFN) a été chargé d'évaluer les dégâts provoqués par les tempêtes de 1999. Ce travail a été réalisé pour l'essentiel par cartographie sur photographies aériennes ou images satellitaires et par retour sur le terrain dans quelques départements. Parallèlement, la mise à jour courante des inventaires effectuée depuis 2000 a permis de compléter cette évaluation sur une trentaine de départements. Cette nouvelle mise à jour a conduit l'IFN à affecter à chaque placette du dernier inventaire un taux de dégâts regroupé selon 4 classes :

- dégâts diffus : 0-10 % ;
- dégâts notables : 10-50 % ;
- dégâts sévères : 50-90 %
- dégâts massifs : plus de 90 %.

Les résultats montrent que 1,1 millions d'hectares de forêt ont été endommagés à plus de 10 % soit 8,3 % de la surface inventoriée. Parmi eux, les peuplements détruits à plus de 50 % sont évalués à 450 000 hectares : les peuplements résineux ont été plus durement touchés et représentent 60 % des dégâts sévères et massifs tant en surface qu'en volume. Les trois régions les plus atteintes sont la Lorraine, le Limousin et l'Aquitaine avec des taux moyen de dégâts en surface estimés respectivement à 30 %, 22 % et 20 % (carte 12). Viennent ensuite la Basse-Normandie (18 %), Champagne-Ardenne (15 %), Poitou-Charentes (14 %) et l'Alsace (12 %). Plus de la moitié des peuplements endommagés du Limousin et de Poitou-Charentes ont subi des dégâts sévères à massifs. Cette proportion reste élevée en Lorraine, en Aquitaine et en Alsace.

Classe de dégâts	Surface par essence principale				Volume de chablis par essence				Volume de chablis à l'ha
	Feuillus	Résineux	Total		Feuillus	Résineux	Total		
	x 1000 ha				x 1000 m³				Total
				%				%	m³/ha
0-10 %	8 140	4 440	12 580	91,7%	32 452	20 185	52 638	29,9%	4
10-50 %	341	353	694	5,1%	21 037	19 346	40 383	23,0%	58
50-90 %	133	167	299	2,2%	21 345	25 041	46 386	26,4%	155
90-100 %	49	103	153	1,1%	12 342	24 125	36 466	20,7%	239
Total	8 664	5 062	13 726	100,0%	87 176	88 697	175 873	100,0%	13
> 10%	523	623	1 146	8,3%	54 724	68 511	123 236	70,1%	108
> 50%	182	270	452	3,3%	33 687	49 166	82 852	47,1%	183

(Source : IFN 2002, à partir du taux de dégâts affecté à chaque placette IFN. Le calcul du taux de dégâts a été effectué soit à partir des retours terrain - y compris pour les départements levés normalement après tempête - soit à partir de la cartographie des dégâts réalisée sur photographies aériennes. Une grande incertitude demeure quant au volume de chablis de la classe 0-10% dans le cas des départements sans retour terrain car la part de volume détruit y est très variable.)

Le volume total détruit est estimé à 176 millions de m³ dont 30 % dans les peuplements à dégâts diffus (classe 0-10 %).

Une grande incertitude demeure quant au volume détruit dans cette classe 0-10 %, notamment pour les départements ne disposant que d'une évaluation cartographique. Cette incertitude a conduit à faire quelques hypothèses sur le taux effectif de dégâts dans ces peuplements. Cependant, cette proportion de 30 % ne paraît pas excessive comparée à celle observée dans les 5 départements où l'on a pu disposer de données de terrain et qui atteint en moyenne 50 %. Par ailleurs, le Service central des enquêtes et études statistiques (SCEES) estime que 119 millions de m³ de chablis ont été mobilisés, autoconsommation comprise. Après conversion de ces données en volumes sur écorce y compris pertes en exploitation, on obtient 140 millions de m³ exploités, à comparer aux 176 estimés par l'IFN : la part de chablis abandonnés en forêt seraient ainsi de 20 %.

Ces difficultés rencontrées par l'IFN dans l'évaluation des dégâts de tempête

ont été l'une des raisons du changement de méthode adopté en 2005 : le passage à une méthode d'inventaire annuelle et systématique devrait permettre à l'avenir de répondre de façon plus rapide et plus fiable aux événements exceptionnels.

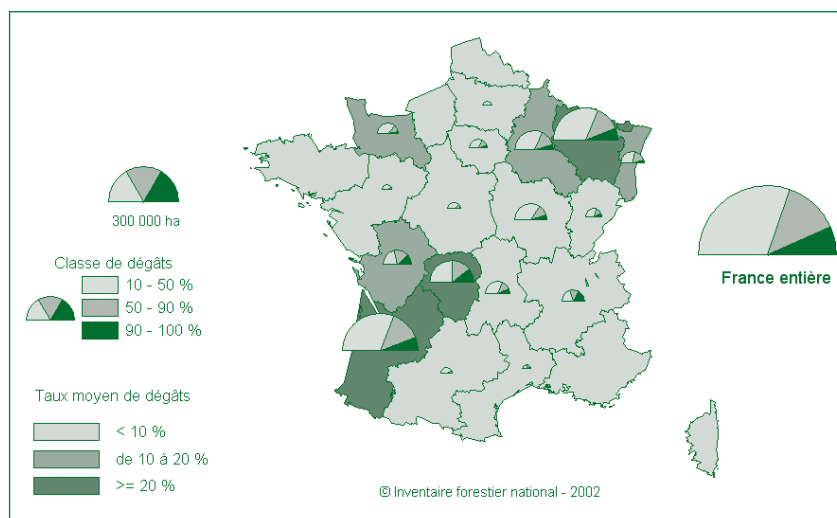
Le volume total détruit représente 8 % du volume sur pied, 2 fois la production courante et 3 à 4 fois la récolte annuelle de 1995-99, selon que l'on ignore l'autoconsommation ou non. La France a été le pays européen le plus durement touché par les tempêtes de 1999, comparé notamment à la Suisse (2,8 récoltes annuelles) et à l'Allemagne (0,8).

Cette situation a conduit le Ministère chargé des forêts à tenter d'évaluer l'impact de ces tempêtes sur la disponibilité résineuse en France à l'horizon 2015. L'étude a été réalisée par l'IFN et l'Association forêt-cellulose (AFOCEL) ; elle a conclu à une perte de disponibilité résineuse globalement limitée - 700 000 m³ par an pour les 5 prochaines années - mais à des conséquences fortes pour les régions les plus touchées.

CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

Par ailleurs, un programme national de recherche intitulé «Forêt, vents et risques» a été lancé dès 2000 et coordonné par le Groupement d'Intérêt Public ECOSystèmes FORestiers (Gip Ecofor). Les travaux, restitués en 2005, ont permis d'améliorer les connaissances sur la vulnérabilité des écosystèmes forestiers français et sur les moyens d'accroître leur stabilité.

Enfin, de nombreuses questions subsistent sur la reconstitution des parcelles après les tempêtes de 1999. C'est pourquoi un observatoire national des dynamiques de la végétation après tempête a été mis en place en 2002 à l'initiative du Laboratoire d'études des ressources forêt-bois (LERFOB), de l'Institut pour le développement forestier (IDF) et de l'Office national des forêts (ONF). Son but est de suivre l'évolution de la végétation herbacée et du recrû ligneux dans un réseau de placettes permanentes, représentatives des situations à la fois



Carte 12 : Surface des peuplements endommagés à plus de 10 % par classe de dégâts et taux moyen de dégâts, par région administrative (source : IFN, 2002)

les moins connues et les plus problématiques. Pour cela, les sites seront décrits périodiquement pendant 10 à 15 ans à travers différentes caractéristiques : le

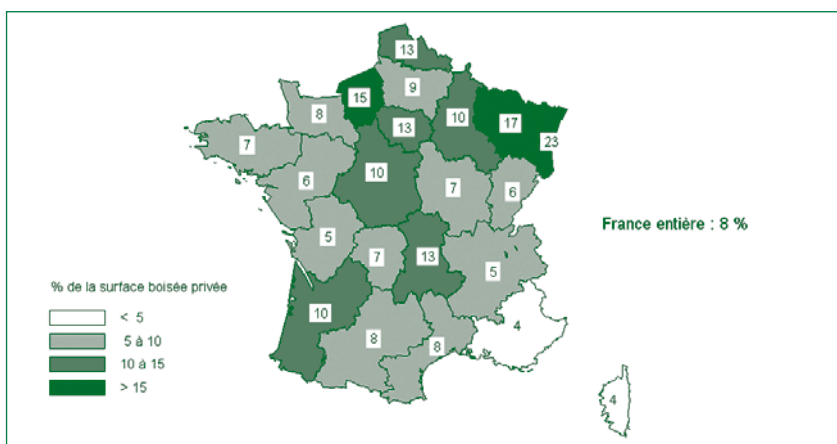
sol, le recrû ligneux, la végétation herbacée, le bois au sol, les tiges rescapées et le peuplement environnant.

INDICATEUR 2.4.1

Régénérations protégées contre les grands Ongulés

Catégorie de propriété	Création annuelle de protections contre les grands Ongulés (ha/an)	
	1998-99	2002-03
forêt domaniale	4 220	3 000
autre forêt publique relevant du régime forestier	4 320	2 850
Total forêt publique	8 540	5 850

(Source : ONF, base de données travaux)



Carte 13 : Part de surface boisée privée ayant subi des dégâts de gibier selon la déclaration des propriétaires forestiers, par région administrative (source : SCEES, 1999)

Commentaire : la protection des régénérations contre les grands Ongulés est destinée à éviter 3 types de dégâts : l'abroutissement, le frottis et l'écorçage, soit en engrillageant les parcelles, soit en posant des manchons plastique individuels.

En forêt publique, elle concerne actuellement 6 000 hectares par an : ce chiffre a diminué de 30 % depuis 5 ans du fait du coût élevé des protections.

L'enquête sur la structure de la forêt privée menée par le Service central des enquêtes et études statistiques (SCEES) en 1999 a permis d'analyser la perception qu'ont de ce problème les propriétaires forestiers privés. Parmi eux, 13 % déclarent constater des dégâts sérieux sur 8 % des surfaces boisées privées. Les régions les plus touchées en surface sont l'Alsace, la Lorraine et la Haute-Normandie (carte 13). La Corse et Provence-Alpes-Côte d'Azur restent très peu concernées.



CRITÈRE 2 - DOMMAGES EN FORÊT

L'expansion démographique des cervidés, qui atteint actuellement 0,7 cerfs et 10 chevreuils aux 100 ha boisés (voir § 4.9.1) entraîne un surcoût de gestion élevé pour les propriétaires forestiers.

En effet, on considère généralement que la protection contre le chevreuil peut doubler le coût des plantations, et la protection contre le cerf le quadrupler. Le plan de chasse reste donc un outil indispensable pour assurer l'équilibre sylvo-cynégétique.

L'Observatoire national des dégâts de cervidés et du plan de chasse a publié à ce sujet en 2003 une étude riche d'enseignements sur 5 départements tests (Landes, Oise, Sarthe, Tarn et Vosges).

Celle-ci préconise notamment :

- l'établissement d'une cartographie prévisionnelle des risques de dégâts grâce à la création et l'actualisation de bases de données départementales des peuplements sensibles ;

- la mise en place de suivis réguliers des dégâts dans les peuplements sensibles ;
- le renforcement de l'efficacité des plans de chasse ;
- une meilleure implication des acteurs concernés, notamment des propriétaires.

Enfin, cette étude souligne l'intérêt, dans certains cas, d'adapter les techniques culturales à la présence des cervidés et la nécessité d'analyser les relations entre traitement irrégulier et dégâts.